



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115602363 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 13

(21) 申请号 202210929795.9

H01B 13/22 (2006.01)

(22) 申请日 2016.09.29

G02B 6/44 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

201680089536.2 2016.09.29

(71) 申请人 普睿司曼股份公司

地址 意大利米兰

(72) 发明人 E·M·康桑尼 G·米拉蒙蒂

L·G·M·德莱 P·威戈提

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 陈华成

(51) Int. Cl.

H01B 7/18 (2006.01)

H01B 7/14 (2006.01)

H01B 9/00 (2006.01)

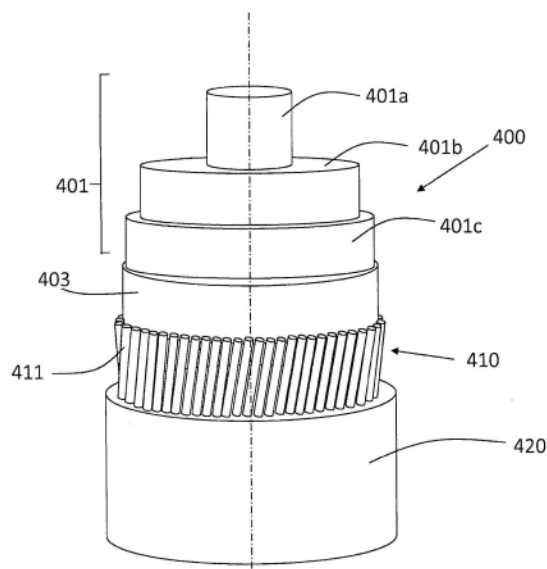
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

具有轻质拉伸元件的线缆

(57) 摘要

本申请涉及具有轻质拉伸元件的线缆,公开了一种具有拉伸铠装的线缆,该拉伸铠装包含多个细长聚合拉伸元件,其中所述细长聚合拉伸元件中的至少一个包含高拉伸纤维的束和紧密保持纤维的束的夹套,其中所述细长聚合拉伸元素以至多1.5%的铺设损耗布置。还公开了一种制造这种线缆的方法。例如,这种线缆可以被部署用于潜艇应用,并且更特别地用于深水中的潜艇应用。



1. 一种具有拉伸铠装(410,510,610)的线缆(400,500,600),所述拉伸铠装包含多个细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611),其中所述细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)中的至少一个包含高拉伸纤维的束(13)和紧密保持纤维的所述束(13)的夹套(12),其中所述细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)以至多1.5%的铺设损耗布置。

2. 如权利要求1所述的线缆(400,500,600),其中所述高拉伸纤维包含具有50GPa和200GPa之间的杨氏模量的纤维。

3. 如权利要求1所述的线缆(400,500,600),其中所述细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)以至多1.0%的铺设损耗布置。

4. 如权利要求1所述的线缆(400,500,600),其中所述细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)以从0.4%至0.9%的铺设损耗布置。

5. 如权利要求1所述的线缆(400,500,600),其中所述夹套(11)容纳压实度为从55%至90%的高拉伸纤维的所述束(13)。

6. 如权利要求5所述的线缆(400,500,600),其中所述夹套(12)容纳压实度为从60%至80%的高拉伸纤维的所述束(13)。

7. 如权利要求1所述的线缆(400,500,600),其中所述夹套(12)容纳彼此直接接触的两个束(13)。

8. 如权利要求1所述的线缆(400,500,600),其中所述束(13)包含单向高拉伸纤维,基本上沿着所述细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)的纵向轴线延伸。

9. 如权利要求1所述的线缆(400,500,600),其中所述夹套(12)内的所述高拉伸纤维具有从 $0.9\text{g}/\text{cm}^3$ 到 $3\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。

10. 如权利要求1所述的线缆(400,500,600),其中所述拉伸铠装(410,510,610)包含细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)的层。

11. 一种制造具有拉伸铠装(410,510,610)的线缆(400,500,600)的方法,所述拉伸铠装包含细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)的层,其中所述细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)中的至少一个包含高拉伸纤维的束(13)和紧密保持所述束(13)的夹套(12),所述方法包含通过以至多1.5%的铺设损耗来缠绕细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)以提供细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)的层的阶段。

12. 如权利要求11所述的方法,包含通过以至多1.0%的铺设损耗来缠绕细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)以提供细长聚合拉伸元件(11,411,511a,511b,611)的层的步骤。

## 具有轻质拉伸元件的线缆

[0001] 本申请是申请日为2016年9月29日、申请号为201680089536.2、发明名称为“具有轻质拉伸元件的线缆”的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及线缆的领域。例如,这种线缆可以用于潜艇应用,并且更特别地用于深水中的潜艇应用。特别地,本发明涉及具有铠装的线缆,该铠装包含用于为线缆等提供拉伸强度的轻质拉伸元件。

### 背景技术

[0003] 用于潜艇应用的光缆、电力线缆、脐带线缆等在本领域中是众所周知的。

[0004] 出于本发明的目的,除非另有说明,否则术语“海底线缆”、“用于海底应用的线缆”(或任何类似语言)或简单的“线缆”将包括被配置为运输电力和/或电信信号和/或一种或多种流体的细长柔性元件。出于本发明的目的,除非另有说明,否则术语“线缆”将包括例如电力线缆、光缆、脐带线缆或其任何组合。

[0005] 本发明不限于用于潜艇应用的线缆,并且可以被应用于拉伸强度和轻质具有重要性的其它领域。实际上,轻质在任何线缆中都是期望的,但是在像用于电梯、井或采矿应用的悬挂线缆中是特别期望的。

[0006] 在安装和操作期间,线缆应当承受高拉伸载荷。例如,海底线缆从安装船悬挂从水面到海底数百米,结果形成了可观的拉伸应力。

[0007] 此外,安装船的放线(payload)系统必须与要部署的线缆的重量相称。线缆越重,放线系统的夹持力就需要越强。随着夹持力增加,线缆的抗压缩性也必须增加。由夹持造成的挤压故障是一种已知的故障模式。

[0008] 已知通过使用轴向放置的钢拉伸构件来提供拉伸强度,或者优选地,该钢拉伸构件围绕线缆结构以绞合布置形成铠装,如例如 W02010/075873中示出的。

[0009] 已提出由聚合物材料制成的拉伸元件。聚合拉伸元件因为比具有类似抗拉性的金属拉伸元件更轻而具有吸引力。

[0010] US 2012/0279750公开了一种用于超深水应用(海平面以下至少3000米)的高压电力线缆。该线缆包括包含钢丝的铠装包装,但它也可以含有由芳纶纤维、碳纤维或类似物组成的复合材料。铠装包装以小于三个电力相的中心束的倾斜角度的倾斜角度被施加,中心束和铠装包装的倾斜角度受彼此控制。线缆包含由弹性材料组成的纵向中央元件,以及被放置在绝缘导体之间并由聚合物材料组成的纵向元件。中央弹性元件将用作绝缘导体的柔软垫层,并且由于从铠装包装施加的径向力和绝缘导体本身中的轴向拉伸载荷,将允许所述导体朝着中心移动。被放置在绝缘导体之间的聚合物元件在大面积上转移来自铠装包装的径向力,因此所述绝缘导体本身不显著变形。

[0011] US 4,059,951公开了一种具有单独夹套(jacket)的非金属应变构件的机电线缆。该夹套优选地由可成形的塑料材料制成,并且复合应变构件的应变支承部分优选地是

芳纶等的纱线的或纤维的束。应变 构件的外部周围层以约18度的角度螺旋形地向左扭曲，而应变构件 的内部周层以约18度的角度螺旋形地向右扭曲。为了允许在夹套内 应变支承部分的纵向滑动，要么重要的是复合构件的应变支承部分（即，纱线或纤维）具有非常光滑的外表面，要么必要的是纤维等的 束在束的外表面处被润滑。

[0012] US 7,285,726公开了一种具有无金属护套的电气海底线缆。该护 套由半导体聚合材料制成，具有嵌入在护套中的介电材料的多个铠装 元件。铠装元件由聚芳酰胺纤维或高度朝向的聚乙烯纤维组成。这些 纤维的这些束由聚合材料的护套包围，所述聚合材料优选地是半导电 的。

## 发明内容

[0013] 申请人已解决以下问题：提供一种线缆，所述线缆被配置用于在 线缆上施加相当大的拉伸应力的安装，并且更一般地，针对于希望具 有在垂直安装中感觉更轻的线缆。

[0014] 在海底线缆的情况下，寻求深的深度处的安装，例如在约3000 米或更深的深度处。

[0015] 特别地，申请人已面临以下问题：提供一种具有由聚合拉伸元件 制成的铠装的海底线缆，给予从安装的非常早期的阶段的有限的线缆 的伸长率，从而允许线缆甚至在深的深度下部署。这种铠装应当被赋 予适当的抗压缩（挤压）性和适于运输和部署的合适弯曲特性。

[0016] 申请人已研究了聚合拉伸元件的各种设计和布置。申请人已认识 到，当包含聚合拉伸元件的铠装对拉伸应力施加的反应比其它线缆元 件的（特别是线缆导体的）更快时，线缆抵抗高拉伸应力的能力提高。

[0017] 申请人已发现，当铠装的聚合拉伸元件根据低铺设损耗（lay- loss）布置时，可以获得这种相对于径向向外或径向向内布置的线缆 部件更快的反应。

[0018] 在本说明书和权利要求书中，表述“铺设长度”将指示其中布置 在螺旋形路径中的绞合元件完成一个圆周转弯的纵向距离，该长度沿 着螺旋轴线测量。

[0019] 在本说明书和权利要求书中，表述“铺设损耗”将指示绞合元件 的铺设长度与绞合元件沿着其螺旋的实际路径长度之间的百分比差。

[0020] 申请人经历了，在钢元件铠装的情况下，低铺设损耗增加了线缆 的张力稳定性，但是它导致了弯曲刚度增加，使得卷绕和线缆沉降在 一些情况下如果不是不可能管理的，就是难以管理的。

[0021] 申请人发现了，由以至多1.5%的铺设损耗缠绕的聚合拉伸元件 制成的铠装为线缆提供适于甚至达到3000m或更深的海水深度的线 缆部署的拉伸稳定性，同时线缆的弯曲特征保持可接受。而且，申请 人发现了，在张力下以这种低铺设损耗缠绕的聚合铠装对下面的线缆 结构施加可忽略的径向力，从而不需要缓冲元件或缓冲层。

[0022] 根据第一方面，本发明提供了一种具有拉伸铠装的线缆，该拉伸 铠装包含多个细长聚合拉伸元件，其中所述细长聚合拉伸元件的至少 一个包含高拉伸纤维的束和保持纤维的所述束的聚合夹套，并且细长 聚合拉伸元件以至多为1.5%的铺设损耗来布置。

[0023] 线缆可以是光缆、电力线缆或脐带线缆。优选地，线缆用于潜艇 应用。

[0024] 有利地，高拉伸纤维包含具有在50GPa和200GPa之间的杨氏 模量的纤维。

[0025] 优选地,细长聚合拉伸元件以至多为1.0%的,更优选地为从0.4%至0.9%的铺设损耗布置。

[0026] 在本发明的线缆包含彼此绞合的多个线缆芯的情况下,本发明的细长聚合拉伸元件的铺设损耗(以及相应的铺设长度和铺设角度)与绞合的线缆芯的铺设损耗无关。

[0027] 本发明的线缆的拉伸铠装可以包含细长聚合拉伸元件的层。在一些实施例中,细长聚合拉伸元件在单层中提供,在其它实施例中,它们在两层构造中提供,如下文中将示出的。

[0028] 申请人已发现,当细长聚合拉伸元件包含在夹套中紧密布置的纤维时,拉伸强度可以被改善。有利地,本发明的细长聚合拉伸元件的夹套容纳高拉伸纤维的束,其具有从55%至90%(优选地从60%至80%)的压实度(高拉伸纤维体积相对于光纤中空隙空间的百分比)。

[0029] 在本发明的实施例中,夹套容纳彼此直接接触的两个束。

[0030] 束可以包含单向高拉伸纤维,其基本上沿着细长聚合拉伸元件的纵向轴线延伸。

[0031] 在本发明的实施例中,夹套内的高拉伸纤维具有从 $0.9\text{g}/\text{cm}^3$ 至 $3\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。

[0032] 根据第二方面,本发明涉及一种制造具有拉伸铠装的线缆的方法,该拉伸铠装包含细长聚合拉伸元件的层,其中所述细长聚合拉伸元件中的至少一个包含高拉伸纤维的束和保持所述束的夹套,该方法包含通过以至多1.5%(优选地至多1.0%)的铺设损耗来缠绕细长聚合拉伸元件来提供该细长聚合拉伸元件的层的阶段。

[0033] 优选地,本发明的线缆相对于拉伸铠装的外部位置缺少挤压聚合护套。可以通过由缠绕的纱线(半湿设计)制成的服务层来保护拉伸铠装。

## 附图说明

[0034] 通过阅读要通过参考附图阅读的以下详细描述,本发明将变得完全清楚,其中:

[0035] -图1a和1b是根据本发明的实施例的两个聚合拉伸元件的图解示意图;

[0036] -图2是螺旋角 $\alpha$ 、铺设长度L和螺旋长度 $\pi d$ 的示意表示;

[0037] -图3是示出铺设损耗与螺旋角之间的关系的曲线图;

[0038] -图4是铠装的单芯电力线缆的轴测示图;

[0039] -图5是铠装的三芯电力线缆的轴测示图;以及

[0040] -图6是铠装的脐带线缆的横截面。

## 具体实施方式

[0041] 在本说明书和权利要求中,除非另外说明,否则所有数字和值前面都应当视为有术语“约”。而且,所有范围包括所公开的最大点和最小点的任何组合,并且包括其间的任何中间范围,这可以或可以不 在本文中明确列举。

[0042] 出于本说明书的和所附权利要求的目的,词语“一”或“一个”用于描述本发明的元件和部件。这仅仅是为了方便并且给出本发明的一般意义。在本说明书和权利要求中,应当读为包括一个或至少一个,并且单数也包括复数,除非显而易见地另有所指。

[0043] 本发明涉及用于线缆的细长轻质聚合拉伸元件、包含这种细长拉伸构件的支撑高拉伸应力的线缆,以及制造这种线缆的方法。更明确地,细长聚合拉伸元件被配置为被

组装在光缆、电力线缆、脐带线缆（或类似物）中的任一个的铠装中，特别地但不仅仅用于潜艇应用。本发明还包括光缆、电力线缆、脐带线缆（或类似物），特别地但不仅仅适用于包含一个或多个细长聚合拉伸元件的潜艇应用。

[0044] 根据一个实施例，如图1a中示出的，根据本发明的细长聚合拉伸元件11包含高强度纤维的束13和紧凑地保持这种束13的夹套12。在其它实施例中，如图1b中示出的，单个夹套12被配置用于保持两个彼此相邻地被容纳并且彼此直接接触的纤维的束13。在以下描述中，该双束配置也被称为“双束”。

[0045] 夹套12优选地是由聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）或类似材料制成的挤压管。

[0046] 夹套可具有可以在0.3mm和1.8mm之间的，优选地在0.5mm和1.5mm之间的壁厚度。

[0047] 纤维的束13有利地包含基本上沿着细长聚合拉伸元件的纵向轴线延伸的单向高拉伸纤维。

[0048] 束13优选地包含由具有在50GPa和200GPa之间的杨氏模量的材料制成的纤维。

[0049] 例如，束13的纤维是芳纶纤维。优选地，这种纤维具有在130 GPa和179GPa之间的杨氏模量。考虑到其弹性模量和重量之间的非常有利的比率，芳纶纤维被认为是优选的。

[0050] 在其它实施例中，本发明的束可以包含超高分子量聚乙烯（UHMwPE）的纤维，诸如，例如由位于荷兰Geleen的DSM Dyneema B.V.制造的**Dyneema®**。合适地，这种纤维具有在55GPa和172GPa之间的杨氏模量。

[0051] 在其它实施例中，本发明的束可以包含液晶聚合物（LCP），诸如，例如由位于日本大阪的Kuraray有限公司制造的**Vectran®**。

[0052] 申请人已执行若干次测试并已得出结论：夹套中纱线的密度可以是降低夹套内高拉伸纤维的松弛的关键问题。根据优选实施例，纤维的密度应当在从0.9g/cm<sup>3</sup>至3.0g/cm<sup>3</sup>的范围内。

[0053] 申请人已执行若干次测试并已得出结论：夹套中纤维的压实度也可以是降低夹套内纤维的松弛的关键问题。根据本发明，纤维的压实度以纤维的线质量密度除以（by）横截面积表示。更明确地，tex 用于纤维的线质量密度，以及平方毫米（mm<sup>2</sup>）用于横截面积。tex 是纤维的线质量密度的测量的单位，并且被定义为每1000米的以克为单位的质量。单位代码是“tex”。最常用的单位实际上是decitex（缩写为dtex），是每10000米的以克为单位的质量。

[0054] 有利地，本细长聚合拉伸元件的束包含压实度从55%至90%，优选地从60%至80%的纤维。

[0055] 根据本发明的多个细长聚合拉伸元件被部署用于提供线缆铠装。更详细地，以圆形布置来并排布置的多个细长聚合拉伸元件被用于形成单个拉伸铠装层。另一个拉伸铠装层被提供以便形成双层铠装。优选地，第二拉伸铠装层的螺旋形绕组沿着缠绕方向延伸，所述缠绕方向关于纵向轴线与第一拉伸铠装层的螺旋形绕组的缠绕方向相反，以便限定交叉配置。优选地，第一拉伸铠装层和第二拉伸铠装层的螺旋形绕组在相反的方向上以基本上相同的间距铺设，以便防止在轴向载荷下的线缆旋转。

[0056] 根据本发明，根据给定的铺设损耗来布置根据本发明的多个细长聚合拉伸元件中的每一个。优选地，形成铠装层中的每一个的细长聚合拉伸元件的铺设损耗为从0.5%

至2.0%。根据优选实施例,铺设损耗在0.5%和1.0%之间。

[0057] 如将通过以下等式并参考图2的示意图示出的铺设损耗是螺旋角  $\alpha$  的函数,其中  $\alpha$  = 螺旋角,  $L$  = 铺设长度,  $d$  = 螺旋直径, 并且  $S$  = 螺旋长度

$$[0058] \quad \pi d = L \tan \alpha$$

$$[0059] \quad \alpha = \arctan \left( \frac{\pi d}{L} \right)$$

$$[0060] \quad S = \sqrt{L^2 + (\pi d)^2} - L$$

$$[0061] \quad \frac{L}{d} = \frac{\pi}{\tan \alpha}$$

$$[0062] \quad \cos \alpha = \frac{1}{\text{lay loss} + 1}$$

[0063] 图3的曲线图示出了铺设损耗(% ,横坐标)如何根据螺旋角 $\alpha$  (度,纵坐标)的变化而变化。该曲线图示出,根据本发明的细长聚合拉伸元件的铺设损耗的范围,螺旋角小于 $12^\circ$ 并且优选地在 $6^\circ$ 和 $8^\circ$ 之间。

[0064] 已制造并测试了根据本发明实施例的铠装单芯线缆的原型(图4)。特别地,根据图1a的实施例,线缆铠装用多个细长强度元件制成。

[0065] 图4示出了适于潜艇部署的铠装单芯电力线缆400。线缆400包含单个绝缘导电芯401,该单个绝缘导电芯401包含电导体401a、绝缘系统401b(依次由以下制成:内部半导体层,该内部半导体层由绝缘层包围,该绝缘层由外部半导体层包围)和筛网401c。特别地,筛网401c可以是由例如铅或铜制成的密封金属护套。

[0066] 芯401由引线层403包围。在引线层403周围提供了拉伸铠装410,该拉伸铠装410包含根据本发明的细长聚合拉伸元件411的至少一层。可选地,在引线层403和拉伸铠装410之间插入分离套管(未图示,由例如聚乙烯制成)以保护引线表面免遭刮擦。优选地,服务层420围绕铠装410,该层420例如由聚丙烯纱线制成。

[0067] 拉伸铠装410被配置为承受在操作中电力线缆400可能经受的纵向拉伸力。细长聚合拉伸元件411优选地以与线缆纵向轴线X-X同轴的螺旋彼此平行地延伸。虽然图4的细长聚合拉伸元件411具有基本上为圆形的横截面(如图1a的细长元件的横截面),但原型线缆是用具有基本上为矩形的横截面的细长聚合拉伸元件制造的,如图1b中的。

[0068] 申请人已制造了用于线缆400的铠装的多个细长聚合拉伸元件。每一个单个细长聚合拉伸元件411包含纤维的两个分离的束和围绕两个束的一个单个夹套,如图1b中的。

[0069] 纤维的每一个束包含由位于荷兰Arnhem的Teijin Aramid制造的聚酰胺(芳纶)纤维。特别地,使用的纤维是Twaron芳纶纤维。

[0070] 例如,首先制成具有1000根纤维和1610dtex的纱线。这些第一纱线中的六根被捆在一起。因此每一个束包括6000根纤维并具有9660dtex。

[0071] 然后,制成纱线单元。该单元由十九个如上文阐述的束组成。因此,  $19 \times 9660 \text{ dtex} = 183540 \text{ dtex}$ 。以上183540dtex的纱线最终被用于制成5mm直径的束。所述5mm直径的束具有  $19.63 \text{ mm}^2$  的横截面积,因此该束具有  $9348 \text{ dtex/mm}^2$ 。这对应于约65%的压实度。

[0072] 束中的纤维和束本身基本上平行于细长聚合拉伸元件的纵向轴线 被设置到夹套中。

[0073] 申请人已经制造并测试了具有从55%至90%的不同压实度的其 它线缆。低于55%的压实度的值导致了铠装承受施加到线缆的拉伸 力(例如当海底线缆被部署在非常深的水中时其一定长度的载荷)的 相当低的敏捷性。在本发明范围内的压实度的值导致了在铠装承受施 加到线缆的拉伸力的敏捷性方面的令人满意的性能,使得线缆芯不会 遭受潜在有害的拉伸应力。

[0074] 在所测试的线缆中,这些5mm的束中的两个被彼此相邻放置并 同时被夹套以形成7mm×12mm的双束细长聚合拉伸元件,类似于 图1b中所描绘的。

[0075] 这些双束细长聚合拉伸元件的两层围绕线缆芯绞合。第一层包含 28个双束细长聚合拉伸元件。第二层包含31个双束细长聚合拉伸元 件。

[0076] 在第一配置中,第一层和第二层的双束细长聚合拉伸元件的铺设 损耗为0.90%,与7.7°的螺旋角 $\alpha$ 相对应。

[0077] 在第二配置中,第一层和第二层的双束细长聚合拉伸元件的铺设 损耗为0.50%,与5.7°的螺旋角 $\alpha$ 相对应。

[0078] 申请人还评估了除芳纶纤维之外的可适于制成根据本发明的铠装 线缆的细长聚 合拉伸元件的纤维束的材料。

[0079] 申请人已得出结论,其它高强度聚合物纤维以及诸如玻璃纤维之 类的无机纤维 是可接受的。

[0080] 优选地,夹套内的纤维化学上不被约束于夹套。

[0081] 可替代地,纤维的间隙可以用柔性聚合物或凝胶填充。但是,申 请人相信,将纤维 嵌入任何基质中影响子单元和成品线缆的柔韧性。

[0082] 子单元上的外部夹套可以由各种等级的PE(诸如HDPE(高密 度聚乙烯))制成,或 由其它热塑性或热固性树脂(诸如聚氨酯、热 塑性弹性体等)制成。

[0083] 根据优选实施例,粘合剂的层可被施加到本发明的细长聚合拉伸 元件的夹套的 外部表面。以这种方式,夹套和保护外部层或相对于铠 装层在径向外部的由聚丙烯纱线制 成的服务可以在机械上彼此一致。这减少了夹套关于与其接触的保护层的松弛,并且使线 缆处理变得容 易,尤其是在其端部。

[0084] 优选地,粘合剂的层被喷涂在夹套的外部表面上。优选的是,粘 合剂保持熔融状 态达足够的时间以将细长聚合拉伸元件铺设在内部保 护层上并在其上施加外部保护层。 合适的粘合剂材料可以是 Instaweld 6615E(National Starch&Chemical AB)。

[0085] 粘合剂层可以被施加在内部保护层上和拉伸铠装层中的任一个上。

[0086] 根据本发明的细长聚合拉伸元件可以用于除图4的线缆之外的其 它线缆。例如, 它可以用于在图5的三芯电力线缆中形成单层铠装。

[0087] 图5示出了适于潜艇部署的铠装三芯电力线缆500。线缆500包 含三股绞合(S、Z或 SZ绞合)绝缘导电芯522,每一个包含电导体 522a、绝缘系统522b(依次由以下制成:内部半 导体层,该内部半 导体层由绝缘层包围,该绝缘层由外部半导体层包围)和筛网522c。筛 网522c可以具有类似于图4的筛网401c的构造。

[0088] 芯522被引线层525包围。在引线层525周围提供双层拉伸铠装 510,其包含根据本



发明的细长聚合拉伸元件511a和511b的两层。在元件511a的层和元件511b的层之间可提供分离层(未图示,并由例如聚乙烯或导电聚合物材料制成)以保护引线表面免遭刮擦。优选地,服务层520围绕铠装510,该层520由例如聚丙烯纱线制成。

[0089] 拉伸铠装510被配置为承受在操作中电力线缆500可能经受的纵向拉伸力。同一层的细长聚合拉伸元件511a和511b以与线缆纵向轴线X-X同轴的螺旋彼此平行地延伸,铺设损耗在0.5%和2.0%之间。如图5中示出的,细长聚合拉伸元件511a和511b以基本上相同的缠绕角度缠绕,但方向相反。

[0090] 虽然图5的聚合拉伸元件511a、511b具有圆形横截面,但它们也可以具有基本上为矩形的横截面,如图1b中示出的。

[0091] 图6是脐带线缆600的横截面。脐带线缆600包含用于运输流体的由钢制成的中央芯633。围绕中央芯633部署的是:用于运输流体的三个钢管634;两根光纤线缆635;两根屏蔽(screened)三芯电缆636;两个热塑性填充物637;以及填充物638。在填充物638周围,提供了根据本发明的反螺旋形地缠绕的细长聚合拉伸元件611的两层。细长聚合拉伸元件611的两层构成脐带线缆600的拉伸铠装610。服务层620围绕铠装610,该层620例如由聚丙烯纱线制成。虽然图6的聚合拉伸元件611具有圆形横截面,但它们也可以具有基本上为矩形的横截面,如图1b中示出的。

[0092] 申请人评估了在线缆A和B的50吨的载荷下的导体伸长率,其中所述线缆A和B具有由以不同铺设损耗缠绕的聚合拉伸元件制成的铠装。该线缆A和B具有单芯以及基本上相同的尺寸和构造。

[0093] 线缆A和B的芯所容许的最大伸长率为0.25%。

[0094] 在具有使聚合拉伸元件以0.7%的铺设损耗缠绕的铠装的线缆A中,导体伸长率低于0.25%,而在具有使聚合拉伸元件以3%的铺设损耗缠绕的铠装的线缆B中,导体伸长率接近0.3%。

[0095] 为了在铺设期间达到至多0.25%的线缆芯伸长率,线缆A可以在约3400m的海水深度处沉降,而线缆B可以在至多2800m的海水深度处沉降。

[0096] 本发明的线缆A在比线缆B更大的载荷下到达0.25%的芯伸长率,因此线缆A的更大重量(因而更长长度的部分)可以从例如船悬挂以到达海床。

[0097] 根据本发明的线缆的弯曲刚度显著低于基本上具有相同尺寸和构造但具有由钢制成的铠装的线缆。

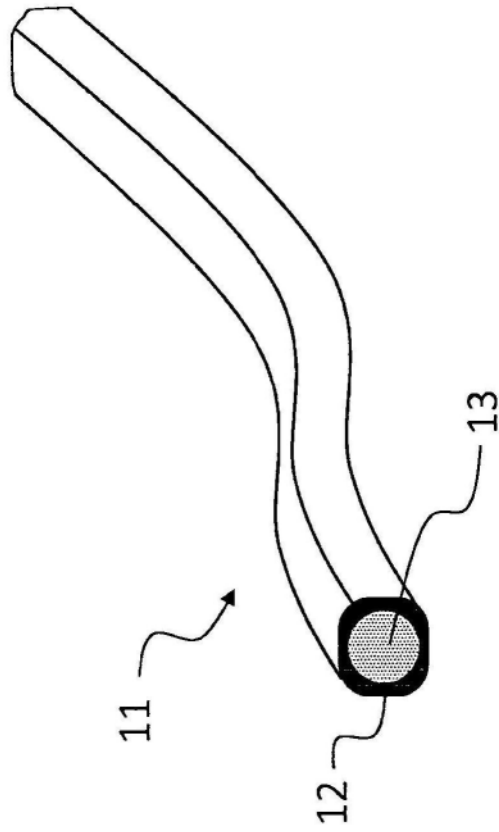


图1a

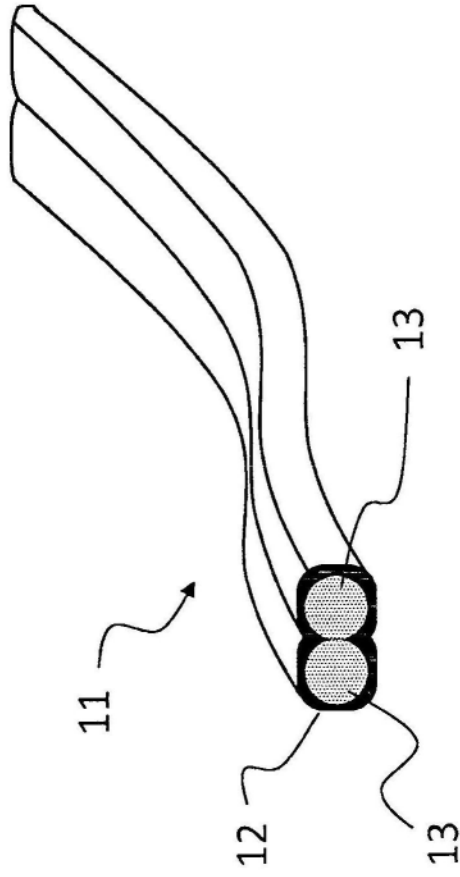


图1b

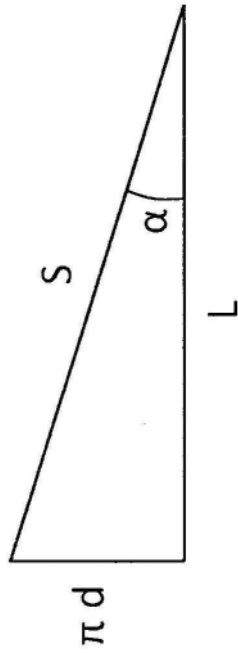


图2

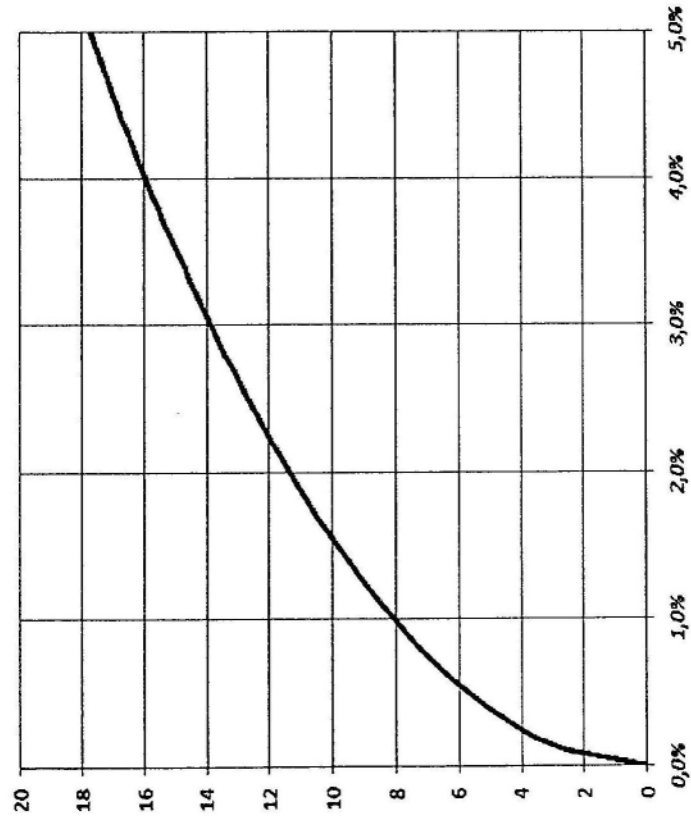


图3

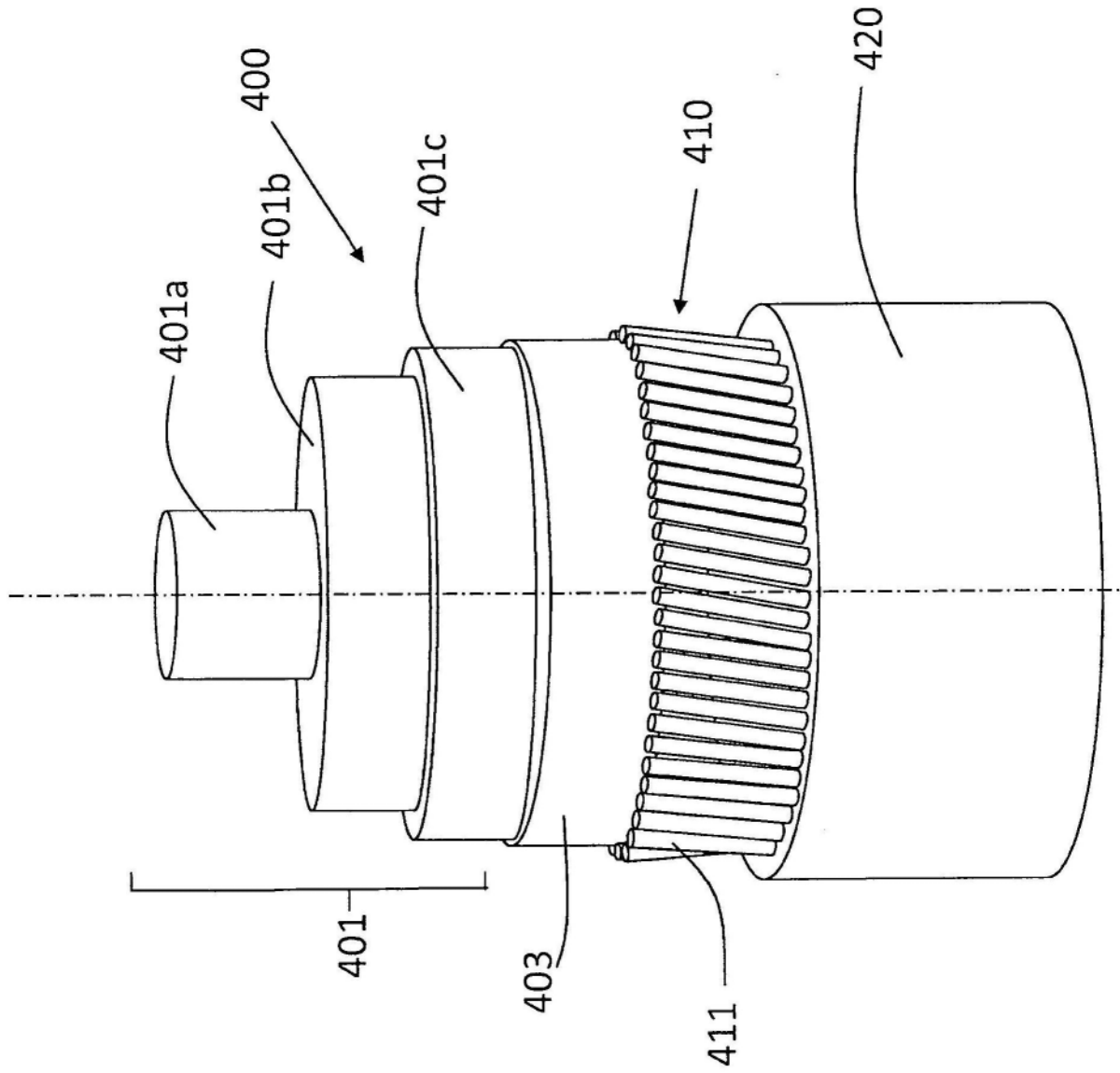


图4

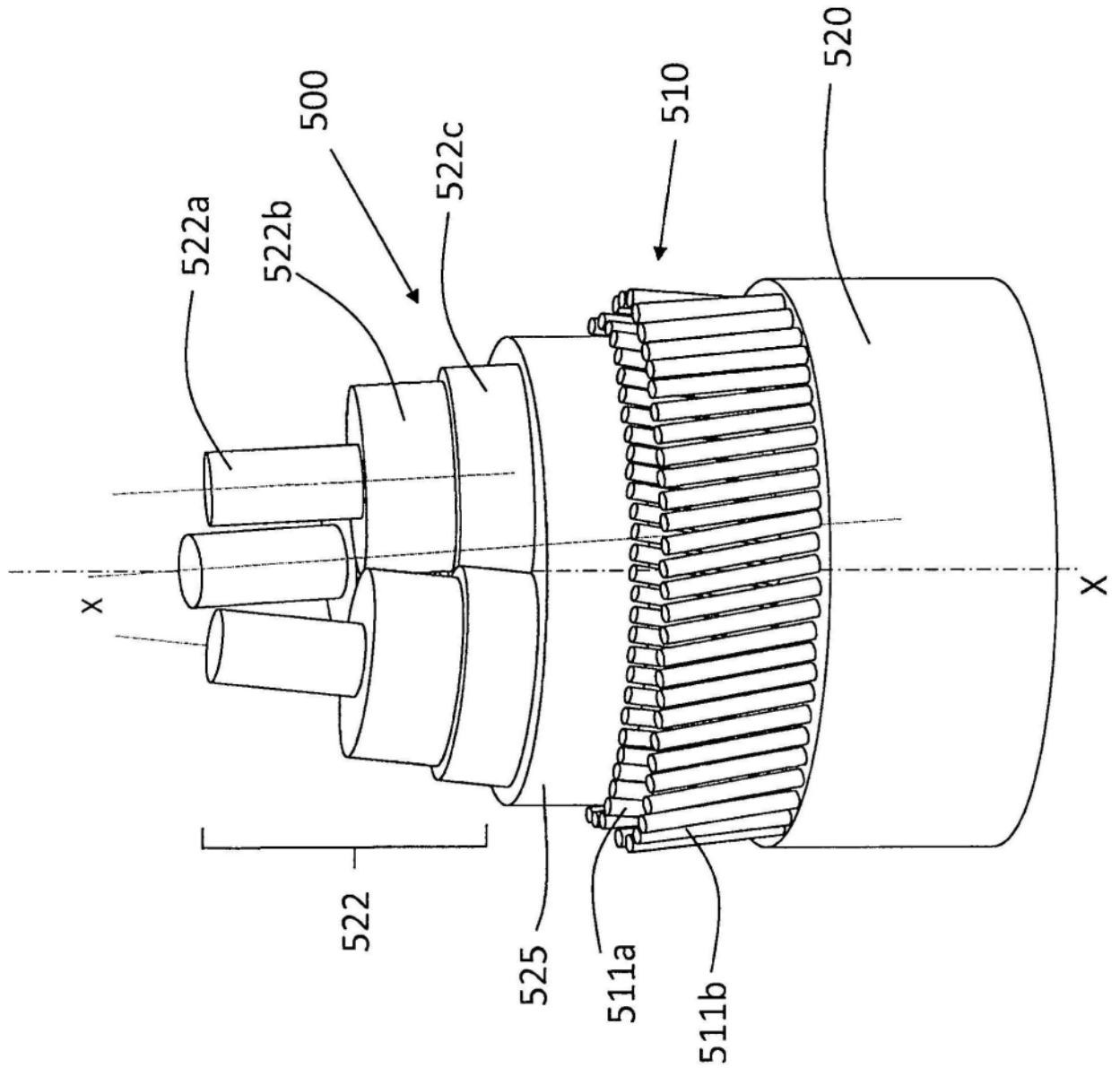


图5

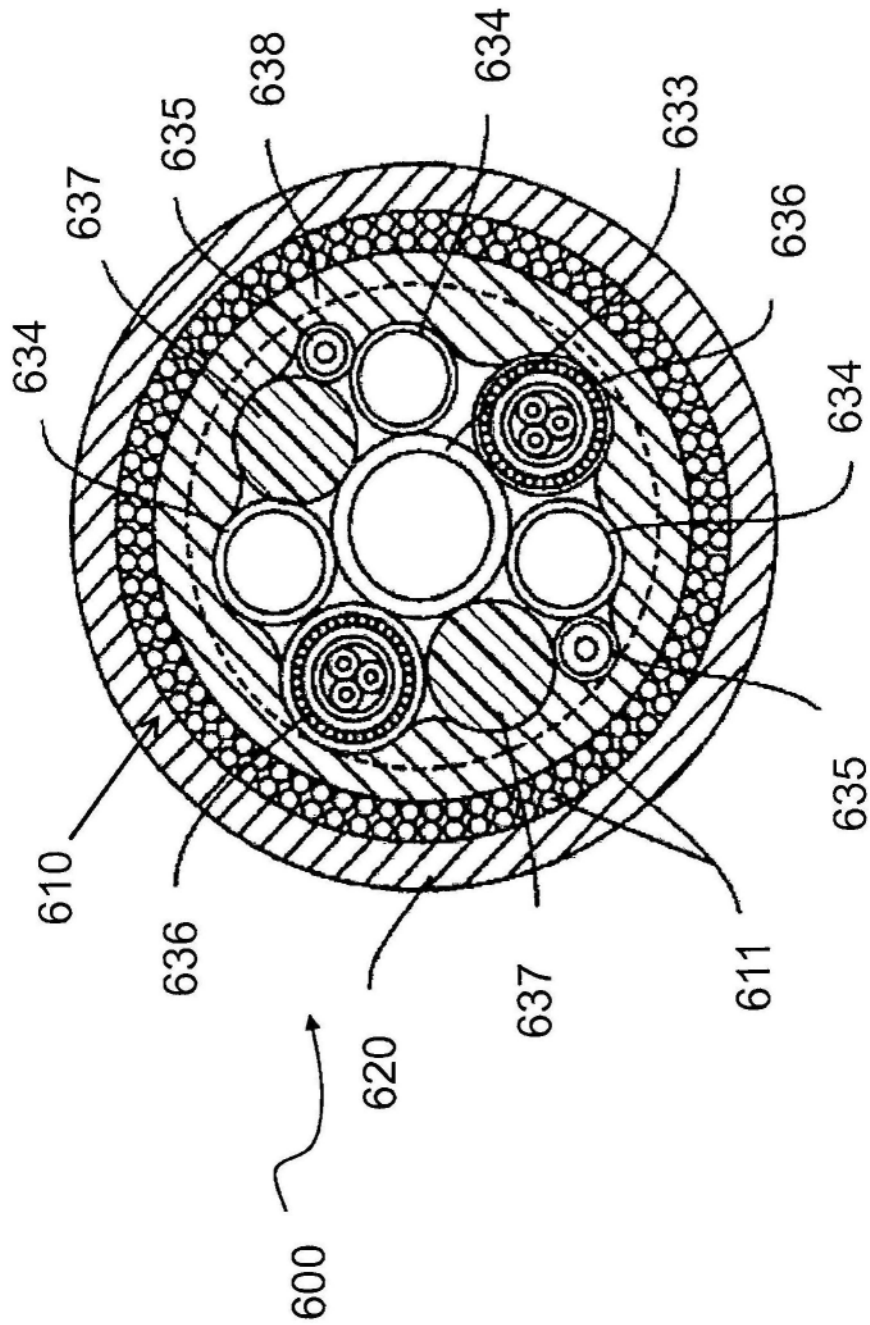


图6